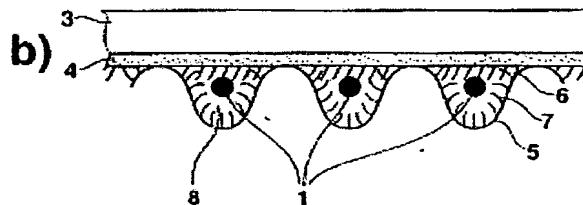


**Reforming catalysts for fuel cell protected from direct attack by electrolyte**

**Patent number:** DE19757550  
**Publication date:** 1999-07-01  
**Inventor:** HOFFMANN JOACHIM DR (DE); BEDNARZ MARC (DE)  
**Applicant:** MOTOREN TURBINEN UNION (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01M8/02; B01J33/00; C01B3/40  
- **european:** C01B3/40; B01J35/02; H01M8/02C; H01M8/06B2B  
**Application number:** DE19971057550 19971223  
**Priority number(s):** DE19971057550 19971223

**Abstract of DE19757550**

In a reforming catalyst for a fuel cell, the catalyst material is surrounded by a gas-permeable spacing structure. An Independent claim is also included for the production of the catalyst.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 197 57 550 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
**H 01 M 8/02**  
B 01 J 33/00  
// C01B 3/40

(21) Aktenzeichen: 197 57 550.1  
(22) Anmeldetag: 23. 12. 97  
(43) Offenlegungstag: 1. 7. 99

## (71) Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union  
Friedrichshafen GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

## (72) Erfinder:

Hoffmann, Joachim, Dr., 85467 Neuching, DE;  
Bednarz, Marc, 84405 Dorfen, DE

## (56) Entgegenhaltungen:

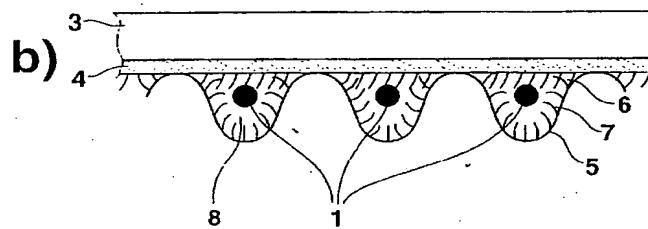
DE-OS 22 13 385  
DE 93 03 209 U1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (51) Reformierkatalysator und Verfahren zur Herstellung eines solchen

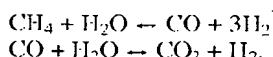
(51) Es wird ein Reformierkatalysator für eine Brennstoffzelle beschrieben, bei dem ein Katalysatormaterial (1) von einer gasdurchlässigen abstandshaltenden Struktur umgeben ist. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht die abstandshaltende Struktur aus Vliesen (6, 7), welche zusammen mit dem Anodenträger (4) und dem Stromkollektor (5) der Brennstoffzelle einen verpreßten, zusammengesinterten Verbund bilden. Das Elektrolytmaterial (1) ist in Hohlräumen (8) untergebracht, welche durch die Formgebung des Stromkollektors (5) und eines der Vliese (7) gebildet ist. Durch die abstandshaltende Struktur (6, 7) wird ein direkter Kontakt des Katalysatormaterials (1) mit dem Anodenträger (4) oder dem Stromkollektor (5) verhindert, so daß ein Übertritt von Elektrolytmaterial über den Anodenträger (4) oder den Stromkollektor (5) auf das Elektrolytmaterial (1) zuverlässig verhindert wird.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Reformierkatalysator für eine Brennstoffzelle, der ein Katalysatormaterial enthält. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Reformierkatalysator für Schnelzkarbonatbrennstoffzellen.

Bei einer Brennstoffzelle wird ein der Anode zugeführtes Brenngas durch ein der Kathode zugeführtes Kathodengas oxidiert und die bei den auftretenden Elektrodenreaktionen freiwerdende Ladung zur Stromerzeugung genutzt. Bei Brennstoffzellen des Schnelzkarbonattyps besteht eine Besonderheit darin, daß ihrer Kathodenseite neben dem oxidierenden Sauerstoff auch Kohlendioxid zugeführt werden muß. Das Kohlendioxid wird durch Reformieren des zugeführten Brenngases mittels eines Reformierkatalysators gewonnen. Die dabei ablaufenden Reaktionen sind:



Der Reformierkatalysator wird derzeit in zwei Arten vorgesehen. Zum einen gibt es sogenannte Reforming-Units, abgeschlossene Behälter mit einem Gaseingang und einem Gasausgang, durch welche das Brenngas geleitet wird, wobei die oben genannten Reaktionen ablaufen. Vom Gasausgang der Reforming-Unit gelangt die Gasmischnung zur Anode der Brennstoffzelle. Dort ist eine zweite Art von Reformierkatalysator vorgesehen, welcher die Restbestandteile des Brenngases umsetzen soll. Aufgrund des Vorliegens direkt in der Brennstoffzelle ist dieser Reformierkatalysator jedoch dem direkten Angriff des Brennstoffzellelektrolyten ausgesetzt. Über den direkten Kontakt oder über sich langsam ausbildende Brücken zwischen dem Reformierkatalysator und dem Elektrolyten kriecht der letztere auf dem Katalysator und vermindert dessen Aktivität bis hin zur vollständigen Inaktivierung. Im Gegensatz zu dem in der Brennstoffzelle vorhandenen Reformierkatalysator ist der Katalysator der Reforming-Unit gegen einen solchen Angriff durch den Elektrolyten geschützt.

Bei für die Zukunft vorgesehenen Brennstoffzellenanordnungen ist es vorgesehen, die gesamte Reformierreaktion in den Brennstoffzellen, also unter Verwendung von Reformierkatalysatoren der oben beschriebenen zweiten Art stattfinden zu lassen. Auf die Reforming-Units der oben beschriebenen ersten Art soll verzichtet werden. Das bedeutet, daß das gesamte für die Reformierreaktion erforderliche Katalysatormaterial direkt in der Brennstoffzelle untergebracht werden muß. Dabei ist jedoch die oben beschriebene Beeinträchtigung der Aktivität des Katalysatormaterials durch den Elektrolyten ein bisher noch nicht gelöstes Problem.

Das in den Brennstoffzellen vorgesehene Material des Reformierkatalysators ist in Vertiefungen bzw. Hohlräumen von Stromkollektoren mit wellenförmiger oder eierkartonförmiger Struktur untergebracht. Bei Brennstoffzellenanordnungen, welche in Form eines sogenannten Hot Modules realisiert werden, bei welchen die Ebene der Brennstoffzellen senkrecht ausgerichtet ist, besteht eine zusätzliche Schwierigkeit darin, daß die einzelnen Elemente des Katalysatormaterials die Tendenz haben, sich aufgrund der Schwerkraft in den Hohlräumen bzw. Vertiefungen der Stromkollektoren zu verlagern, wodurch sie in verstärkten oder direkten Kontakt mit dem Elektrolyten geraten können. Hierdurch erleichtert sich der Übergang des Elektrolyten auf den Katalysator und damit besteht für diesen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit zur vorzeitigen Inaktivierung.

Bisher vorgenommene Versuche, das Material des Reformierkatalysators als katalytisch aktive Schicht in dem Elektrolyten entfernten Bereichen der Stromkollektoren aufzu-

tragen, scheiterten bisher an den unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Materialien. Solche Beschichtungen halten nur sehr unzureichend auf dem metallischen Untergrund der Stromkollektoren.

5 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Reformierkatalysator für eine Brennstoffzelle zu schaffen, welcher für einen dauerhaften Einsatz direkt in der Brennstoffzelle geeignet ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das Katalysatormaterial von einer gasdurchlässigen abstandshaltenden Struktur umgeben ist.

10 Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Reformierkatalysators besteht darin, daß das Katalysatormaterial vor einem direkten Angriff des Elektrolyten geschützt ist, ohne daß die 15 Wirksamkeit des Katalysators dadurch beeinträchtigt wäre.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die abstandshaltende Struktur aus einem Material besteht, das von dem Brennstoffzellelektrolyten nicht oder nur wenig benutzt wird. Der Vorteil hiervon ist es, daß 20 ein Übertritt des Elektrolyten auf das Katalysatormaterial zusätzlich erschwert wird.

Gemäß einer anderen Weiterbildung ist es vorgesehen, daß die abstandshaltende Struktur durch ein Material mit stift-, nadel-, faser- oder drahtförmigen Bestandteilen gebildet ist. Hierdurch wird eine besondere kleine Oberfläche der abstandshaltenden Struktur ermöglicht, welche dem Elektrolyten als Pfad zum Übertritt auf das Katalysatormaterial dienen könnte.

25 Eine Ausführungsform der abstandshaltenden Struktur kann darin bestehen, daß sie eine Anzahl von nadelförmigen Abstandshaltern enthält.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn sich solche nadelförmige Abstandhalter im wesentlichen radial von dem Katalysatormaterial erstrecken.

30 Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die abstandshaltende Struktur durch ein das Katalysatormaterial umgebendes Vliesmaterial gebildet ist. Ein solches Vliesmaterial hat den Vorteil, daß es besonders gut für eine formgebende Verarbeitung geeignet ist, bei welcher Vertiefungen oder Hohlräume zur Unterbringung des Katalysatormaterials geschaffen werden können.

35 Gemäß einer Alternative ist es vorgesehen, daß die abstandshaltende Struktur durch ein das Katalysatormaterial umgebendes Drahtgewirk gebildet ist. Auch ein solches Drahtgewirk hat den Vorteil, daß es einer formgebenden Verarbeitung besonders gut zugänglich ist.

40 Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß das Vliesmaterial oder Drahtgewirk Schichten enthält, zwischen denen das Katalysatormaterial angeordnet ist.

45 Dies kann dadurch weitergebildet werden, daß die Schichten des Vliesmaterials oder Drahtgewirks Hohlräume oder Vertiefungen bilden, in denen das Katalysatormaterial angeordnet ist.

50 Eine besonders vorteilhafte Ausführung besteht hierbei darin, daß die abstandshaltende Struktur aus zwei Schichten von Vliesmaterial oder Drahtgewirk gebildet ist, von denen eine erste Schicht im wesentlichen eben ist und eine zweite Schicht mit einer Anzahl von regelmäßig angeordneten Vertiefungen versehen ist, welche zusammen mit der ersten Schicht eine Anzahl von Hohlräumen bilden, in welchen das Katalysatormaterial in Form von einzelnen Katalysatorelementen eingebettet ist.

55 Vorzugsweise besteht die abstandshaltende Struktur aus einem metallischen Material.

60 Insbesondere ist es von Vorteil für die abstandshaltende Struktur, metallisches Nickel zu verwenden.

65 Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform

der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Schichten der abstandshaltenden Struktur miteinander versintert sind.

- Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die abstandshaltende Struktur und das Katalysatormaterial mit dem Anodenträger und/oder dem Stromkollektor der Brennstoffzelle einen Sinterverband bilden.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Reformierkatalysators der vorher genannten Art besteht darin, daß ein Katalysatormaterial hergestellt wird, daß eine gasdurchlässige abstandshaltende Struktur hergestellt wird und daß das Katalysatormaterial und die gasdurchlässige abstandshaltende Struktur miteinander verbunden werden.

Besonders vorteilhaft ist ein Verfahren zur Herstellung eines Reformierkatalysators der genannten Art, bei dem eine erste Schicht eines Vliesmaterials oder eines Drahtgewirks so vorgeformt wird, daß es eine Anzahl von regelmäßig angeordneten Vertiefungen bildet; in die von der ersten Schicht gebildeten Vertiefungen das Katalysatormaterial in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen eingebracht wird; die erste Schicht zusammen mit dem Katalysatormaterial mit einer zweiten Schicht eines Vliesmaterials oder Drahtgewirks abgedeckt wird; und die erste Schicht und die zweite Schicht des Vliesmaterials oder Drahtgewirks miteinander verbunden, insbesondere zusammengefügt und/oder miteinander verpreßt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens besteht darin, daß die Schichten des Vliesmaterials oder Drahtgewirks miteinander und/oder mit dem Anodenträger und/oder mit dem Stromkollektor der Brennstoffzelle versintert werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schichten des Vliesmaterials oder Drahtgewirks mit dem Katalysatormaterial versintert werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß ein Trägermaterial für das Katalysatormaterial in Form einer grünen, durch ein organisches Bindemittel gebundenen keramischen Masse mit der abstandshaltenden Struktur verbunden, das Bindemittel in einer Inertgas-, reduzierenden oder in einer Vakuumbatmosphäre ausgebrannt, und nach dem Abkühlen des Trägermaterials ein katalytisches Material auf das Trägermaterial aufgebracht wird.

Gemäß einer Alternative kann es vorgesehen sein, daß das Katalysatormaterial in einer grünen keramischen Masse enthalten in die Vertiefungen der ersten Schicht eingebracht und während des Anfahrens der Brennstoffzelle formiert wird.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

**Fig. 1a)** und **Fig. 1b)** vereinfachte Darstellungen eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Reformierkatalysators;

**Fig. 2a)** und **Fig. 2b)** vereinfachte Darstellungen eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Reformierkatalysators;

**Fig. 3a), Fig. 3b) und Fig. 3c)** drei Verfahrensschritte bei der Herstellung eines Reformierkatalysators gemäß dem in **Fig. 2** gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel.

**Fig. 1a)** und **1b)** zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Reformierkatalysators. Ein katalytisch aktives Material **1** ist von einem Abstandshalter **2** umgeben. Der Abstandshalter **2** besteht aus einer Anzahl von nadelförmigen Abstandshaltern, welche im wesentlichen radial bezüglich der Mitte des katalytischen Materials **1** angeordnet sind. Die Abstandhalter **2** bestehen aus einem metallischen Material, beispielsweise Nickel. Dieses Material wird vorteilhafterweise nur wenig von dem in einer Brenn-

stoffzelle vorhandenen Elektrolytmaterial benutzt und bildet daher eine wirksame Kriechbarriere für den Elektrolyten. Da die nadelförmigen Abstandshalter **2** eine nur geringe Oberfläche aufweisen und das Verhältnis von Länge der Abstandshalter **2** zur Oberfläche einen hohen Wert hat, bilden die nadelförmigen Abstandshalter **2** eine gute Barriere gegen einen Übertritt von Elektrolytmaterial zum Katalysatormaterial **1**.

**Fig. 1b)** zeigt in der Querschnittsansicht einen Teil einer Anode **3** und eines Anodenträgers **4** sowie eines Stromkollektors **5**, wie sie als wesentliche Bestandteile in einer Brennstoffzelle vorhanden sind. Wie ersichtlich ist, ist die Anode **3** auf dem Anodenträger **4** angeordnet, über der Anode befindet sich der in der Figur nicht gezeigte Elektrolyt der Brennstoffzelle. Unter dem Anodenträger **4** ist der Stromkollektor **5** angeordnet, welcher einerseits dazu dient, den Strom vom Anodenträger **4** und damit von der Anode **3** abzunehmen, sowie dazu, für das an der Anode **3** vorbeizuführende Brenngas der Brennstoffzelle einen wirksamen Strömungsquerschnitt zur Verfügung zu stellen. Dazu ist der Stromkollektor **5** wellenförmig gestaltet.

Der Stromkollektor **5** bildet eine Anzahl von Vertiefungen **9**, von denen in **Fig. 1b)** nur eine gezeigt ist. In einer solchen Vertiefung **9** ist das von der abstandshaltenden Struktur **2** umgebene Katalysatormaterial **1** angeordnet. Somit befindet sich das Katalysatormaterial **1** im Strom des an der Anode **3** vorbeigeführten Brenngases, wo es seine Funktion als Reformierkatalysator erfüllt. Gleichzeitig ist das Katalysatormaterial **1** durch die abstandshaltende Struktur **2** vom Anodenträger **4** getrennt, so daß ein Übergehen des Elektrolytmaterials über die Anode **3** und den Anodenträger **4** auf das Katalysatormaterial **1** im wesentlichen verhindert wird, da die nadelförmigen Abstandshalter der abstandshaltenden Struktur **2** eine zuverlässige Kriechbarriere für das Elektrolytmaterial bilden.

Die **Fig. 2a)** und **2b)** zeigen eine Schnittansicht durch einen Reformierkatalysator gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auf einem Anodenträger **4** ist eine Anode **3** angeordnet. Über der Anode **3** befindet sich der in der Figur nicht gezeigte Elektrolyt der Brennstoffzelle. Unter dem Anodenträger **4** befindet sich ein Stromkollektor **5**. Der Stromkollektor **5** dient zum einen dazu, über den Anodenträger **4** von der Anode **3** den Strom abzunehmen, und außerdem dazu, für das an der Anode **3** vorbeizuführende Brenngas einen wirksamen Strömungsquerschnitt zur Verfügung zu stellen. Wie gezeigt ist, ist der Stromkollektor **5** dazu wellenförmig ausgebildet. In den durch die Wellen des Stromkollektors **5** gebildeten Vertiefungen ist Katalysatormaterial **1** in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen angeordnet. Das Katalysatormaterial **1** steht jedoch nicht unmittelbar mit dem Anodenträger **4** und dem Stromkollektor **5** in Kontakt, vielmehr befindet sich zwischen dem Katalysatormaterial **1** und diesen beiden genannten Elementen eine abstandshaltende Struktur, welche durch Vliese **6**, **7** gebildet ist. Wie **Fig. 2a)** zeigt, befindet sich unter dem Anodenträger **4** ein erstes, ebenes Vlies **6**, während sich an dem Stromkollektor **5** ein zweites Vlies **7** befindet, welches mit einer Wellenform versehen ist, die mit der Wellenform des Stromkollektors **5** übereinstimmt. Die Vliese **6**, **7** sind durch Fasern aus einem metallischen Material, z. B. Nickel gebildet.

Wie **Fig. 2b)** zeigt, bilden die Vliese **6**, **7** zusammen mit dem Anodenträger **4** und dem Stromkollektor **5** im zusammengefügten Zustand einen festen Verbund, welcher durch die Wellenform des zweiten Vlieses **7** und des Stromkollektors **5** gebildete Hohlräume **8** aufweist. Innerhalb dieser Hohlräume **8** befindet sich das Katalysatormaterial **1** in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen.

Ausgrund der Beschaffenheit des Materials der Vliese 6, 7 wird das Katalysatormaterial 1 vom Anodenträger 4 und dem Stromkollektor 5 mit Abstand gehalten, so daß ein Übergehen des Elektrolytmaterials über die Anode 3 und den Anodenträger 4 auf direktem Wege oder auf dem Umweg über den Stromkollektor 5 zuverlässig verhindert wird, während andererseits das Katalysatormaterial 1 direkt im Strom des an der Anode 3 vorbeigeführten Brenngases liegt.

Die Herstellung eines solchen Reformierkatalysators soll nun anhand der Fig. 3a), 3b) und 3c) in Verbindung mit den Fig. 2a) und 2b) erläutert werden.

Wie Fig. 3a) zeigt, wird zunächst ein Vlies 7 hergestellt, welches eine wellige Formgebung aufweist, wie sie dem Stromkollektor 5 der Brennstoffzelle entspricht. In die durch die Wellungen des Vlieses 7 gebildeten Vertiefungen 9 wird das Katalysatormaterial 1 in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen eingelegt, wie in Fig. 3b) gezeigt ist. Das Vlies 7 wird zusammen mit dem Katalysatormaterial von einem weiteren Vlies 6 abgedeckt, welches im wesentlichen eben geformt ist, wie in Fig. 3c) gezeigt. Dieses Gebilde aus den beiden Vliesen 6, 7 und dem Katalysatormaterial 1 wird dann zwischen den Anodenträger 4 und den Stromkollektor 5 eingebettet und mit diesen verpreßt und wohlweise zu einem stabilen Sinterverbund versintert.

Das Katalysatormaterial 1 kann hergestellt werden, indem ein Trägermaterial in Form einer noch grünen, durch ein organisches Bindemittel gebundenen keramischen Masse in die abstandshaltende Struktur eingebracht, das Bindemittel in einer Inertgas-, reduzierenden oder in einer Vakuumatmosphäre ausgebrannt, und nach dem Abkühlen des Trägermaterials ein katalytisch aktives Material auf das Trägermaterial aufgebracht wird.

Alternativ dazu kann das Katalysatormaterial 1 in einer grünen keramischen Masse enthalten sein, das in die abstandshaltende Struktur eingebracht und während des Anfahrens der Brennstoffzelle formiert wird.

#### Patentansprüche

1. Reformierkatalysator für eine Brennstoffzelle, der ein Katalysatormaterial (1) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatormaterial (1) von einer gasdurchlässigen abstandshaltenden Struktur (2; 6, 7) umgeben ist.
2. Reformierkatalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) aus einem Material besteht, das vom Brennstoffzellelektrolyten nicht oder nur wenig benetzt wird.
3. Reformierkatalysator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) durch ein Material mit stift-, nadel-, faser- oder drahtförmigen Bestandteilen gebildet ist.
4. Reformierkatalysator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur eine Anzahl von nadelförmigen Abstandshaltern (2) enthält.
5. Reformierkatalysator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die nadelförmigen Abstandhalter (2) im wesentlichen radial von dem Katalysatormaterial (1) erstrecken.
6. Reformierkatalysator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur durch ein das Katalysatormaterial (1) umgebendes Vliesmaterial (6, 7) gebildet ist.
7. Reformierkatalysator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur durch ein das Katalysatormaterial (1) umgebendes Drahtgewirk gebildet ist.
8. Reformierkatalysator nach Anspruch 6 oder 7, da-

durch gekennzeichnet, daß das Vliesmaterial oder Drahtgewirk mehrere Schichten (6, 7) enthält, zwischen denen das Katalysatormaterial (1) angeordnet ist.

9. Reformierkatalysator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (6, 7) des Vliesmaterials oder Drahtgewirks Hohlräume (8) oder Vertiefungen (9) bilden, in denen das Katalysatormaterial (1) angeordnet ist.

10. Reformierkatalysator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur aus zwei Schichten (6, 7) von Vliesmaterial oder Drahtgewirk gebildet ist, von denen eine erste Schicht (6) im wesentlichen eben ist und eine zweite Schicht (7) mit einer Anzahl von regelmäßig angeordneten Vertiefungen (9) versehen ist, welche zusammen mit der ersten Schicht (6) eine Anzahl von Hohlräumen (8) bilden, in welchen das Katalysatormaterial (1) in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen eingebettet ist.

11. Reformierkatalysator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) aus einem metallischen Material besteht.

12. Reformierkatalysator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) aus einem metallischen Material, insbesondere Nickel besteht.

13. Reformierkatalysator nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (6, 7) der abstandshaltenden Struktur miteinander versintert sind.

14. Reformierkatalysator nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) und das Katalysatormaterial (1) mit dem Anodenträger (4) und/oder dem Stromkollektor (5) der Brennstoffzelle einen Sinterverbund bilden.

15. Verfahren zur Herstellung eines Reformierkatalysators nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Katalysatormaterial (1) hergestellt wird;
- daß eine gasdurchlässige abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) hergestellt wird;
- daß das Katalysatormaterial (1) und die gasdurchlässige abstandshaltende Struktur (2; 6, 7) miteinander verbunden werden.

16. Verfahren zur Herstellung eines Reformierkatalysators nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

- daß eine erste Schicht (6) eines Vliesmaterials oder eines Drahtgewirks so vorgeformt wird, daß es eine Anzahl von regelmäßig angeordneten Vertiefungen (9) bildet;
- daß in die von der ersten Schicht (6) gebildeten Vertiefungen (9) das Katalysatormaterial (1) in Form von einzelnen Katalysatormaterialelementen eingebettet wird;
- daß die erste Schicht (6) zusammen mit dem Katalysatormaterial (1) mit einer zweiten Schicht (7) eines Vliesmaterials oder Drahtgewirks abgedeckt wird;
- daß die erste Schicht (6) und die zweite Schicht (7) des Vliesmaterials oder Drahtgewirks zusammengefügt und/oder miteinander verpreßt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (6, 7) des Vliesmaterials oder Drahtgewirks miteinander und/oder mit dem Anodenträger (4) und/oder mit dem Stromkollektor (5) der

Brennstoffzelle versintert werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (6, 7) des Vliesmaterials oder Drahtgewirks mit dem Katalysatormaterial (1) versintert werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein Trägermaterial für das Katalysatormaterial (1) in Form einer grünen, durch ein organisches Bindemittel gebundenen keramischen Masse mit der abstandshaltenden Struktur (2; 6, 7) verbunden, das Bindemittel in einer Inertgas-, reduzierenden oder in einer Vakuumatmosphäre ausgebrannt, und nach dem Abkühlen des Trägermaterials ein katalytisch aktives Material auf das Trägermaterial aufgebracht wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in einer grünen keramischen Masse enthaltenes Katalysatormaterial (1) in die Vertiefungen der ersten Schicht (6) eingebracht und während des Anfahrens der Brennstoffzelle formiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

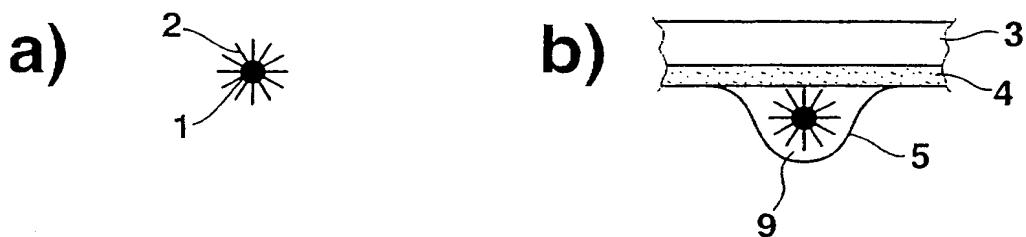
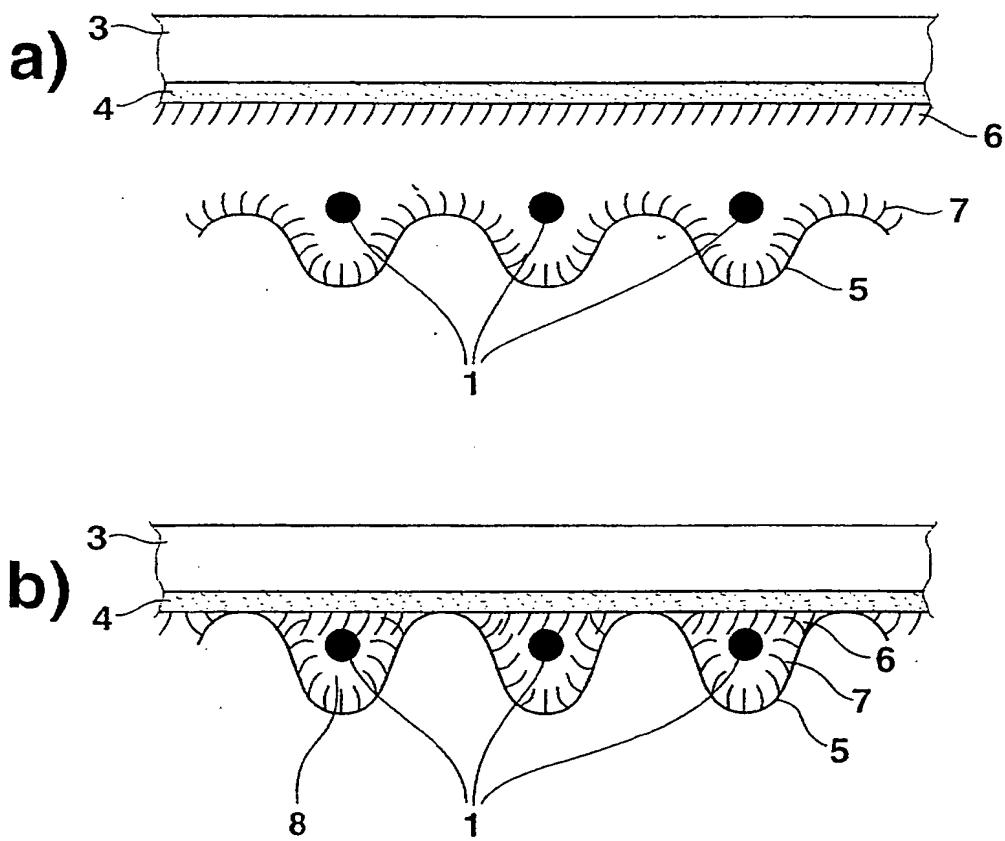
60

65

Express Label No.  
EV343679597US

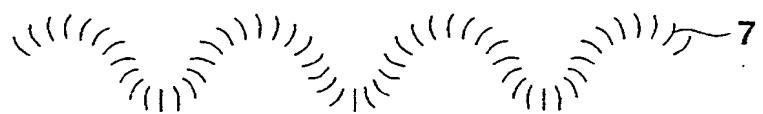
- Leerseite -

Express Label No.  
EV343679597US

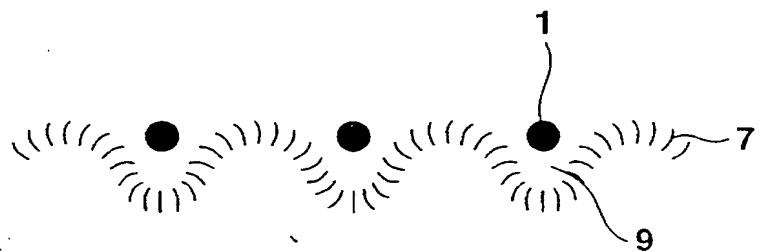
**Fig. 1****Fig. 2**

## Fig. 3

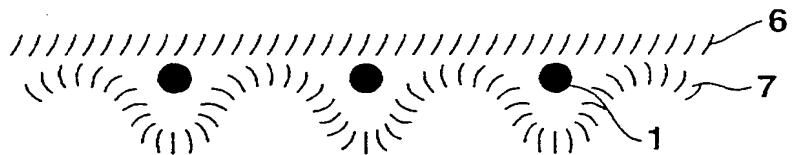
a)



b)



c)



Express Label No.  
EV343679597US